

*Faragó T., 1981: Éghajlat és társadalom.
Magyar Tudomány, XXVI, 7-8, 503-509. o.*

ÉGHAJLAT ÉS TÁRSADALOM¹

Kölcsönhatások és következtetések

Az emberi élet örök alkalmazkodásban nyilvánul meg és ennek elsődleges kerete a változó természeti környezet. **Az ipari, illetve a tudományos-technikai forradalommal a természeti környezethez való alkalmazkodás minőségileg felgyorsult; az elsajátított természeti erők ma nagyságrendekkel nagyobbak, mint azt megelőzően. Ezzel párhuzamosan**

a) – látszólag különös ellentmondásban – „sebezhetőbbé” vált az ember, más szóval az e fejlődéssel biztosított magasabb életminőség védelme, megtartása bonyolultabb feladat;

b) a nagyobb természeti erőforrások hasznosítása egyben az ember jelentékenyebb beavatkozását is jelenti a természeti folyamatokba.

Az első problémakör főképpen arra vezethető vissza, hogy e fejlődés java az utóbbi 100-200 évben viszonylag kedvező, és kevésbé változó természeti körülmények között úgy és olyan gyorsan zajlott le, hogy az újabb felfedezések nyomán kialakuló energetikai, technikai stb. folyamatokat, eljárásokat nem vagy alig kellett „adaptívan optimalizálni”, vagyis kellőképpen változó környezeti feltételek között értékelni és alakítani. [..]

A másik problémakör, **a természeti folyamatokba való egyre kiterjedtebb beavatkozásunk, ahhoz a ma sokoldalúan vizsgált kérdéshez vezet: nem módosítottuk/módosítjuk-e akaratom kívül visszafordíthatatlanul a természeti környezetet, vagy annak markáns elemeit úgy, hogy az valamilyen számunkra alig előrelátható, kedvezőtlen következményekkel járna.** [..]

a) Korunkra jellemző, hogy a levegőkörnyezet változásainak nyomán is, a fentebb jelzett társadalmi hatások mértéke jelentősen megnőtt. A 70-es években a különböző földrajzi területeken észlelt szélsőségesebb és tartósabb éghajlati anomáliák elsősorban (közvetlenebbül) a mezőgazdasági tevékenységre voltak rendkívülien negatív hatással. [..] A földi éghajlat eddigi története alapján minden időszakban az éghajlati körülmények jól valószínűsíthető változékonyságával kell számolnunk. **A jelenlegi ismereteink szerint prognosztikai következtetések csak igen feltételesek lehetnek, mégis számos, egymásnak részben vagy teljességgel**

¹ Kivonat, utólagos kiemelésekkel.

ellentmondó éghajlati előrejelzés látott napvilágot. A Meteorológiai Világszervezet is foglalkozott e kérdéssel; Végrehajtó Bizottságának állásfoglalása szerint, egy globális méretű éghajlatváltozásnak vagyunk tanúi.² Más vizsgálatok alapján érthető az is, miért fordul ma a közvélemény nagyobb figyelemmel az éghajlatkutatás felé: az utóbbi tíz évben jelentősen nőtt az éghajlat változékonysága³ és ennek komoly, néhol katasztrofális társadalmi következményei voltak.⁴

b) Az ember „akaratlanul” is fokozódó mértékben befolyásolhatja tevékenységével az éghajlatot. E hatás három fő területre osztható:⁵ a légkör összetételének módosítása, a „hőszennyezés” és a földfelszín átalakítása. Olyan folyamatokról van szó, amelyek a modern ipari és mezőgazdasági fejlődés kísérői, s amelyek esetleges globális következményei hosszabb időn át elkerülték a figyelmet, Többek között a fosszilis tüzelőanyagok kiterjedt alkalmazása révén növekvő mennyiségű légköri széndioxidot, többféle módon felhasznált és felszabaduló klórfluorometánokat, vagy az emberi tevékenység következtében is keletkező aeroszoloikat említhetjük. [..] Következésképpen az emberiségnek e kérdésben is előre kell tekintenie, mert „keves időnk van, mindössze néhányszor 10-20 év; ilyen nagyságrendű politikai döntések csak nemzetközi egyetértésben érhetők el”.⁶ [..] Láthatóan az emberiség fejlődése olyan szakaszba érkezett, amikor már természetátalakító képessége, ereje kezdi megközelíteni az egyes globális természeti folyamatok nagyságrendjét. [..]

Az éghajlatkutatás új korszaka

Minden kutatómunka lényegi, tartalmi jellemzők kiválasztására irányul, s ennek megfelelően a nem vagy csak kevésbé meghatározó kísérőjelenségek elhanyagolásával, egyszerűsítésekkel jár. [..] Kétségtől bizonyos időskálán egyes hatások meghatározottabb szerepet játszanak, a különféle folyamatok azonban egyrészt átfedik egymást, másrészt egy olyan közegre – a légkörre – hatnak, amely maga is rendkívül összetett, a külső hatásokra bonyolult, és „nagyon nem lineáris” belső folyamatokkal válaszol. [..]

Többé-kevésbé elfogadottak azok a „külső” tényezők, melyek a 10^1 - 10^2 év nagyságrendű időtartományban az éghajlat szempontjából döntő jelentőségűek: a napsugárzás (ahogy a légkör külső határát eléri), az óceán mélyebb rétegei, a litoszféra, bioszféra és a krioszféra lassan változó elemei. Az objektum komplex közelítése három területen jelentkezik:

² Statement on climatic change. WMO No. 319, 1976

³ HARE, F. K., Climatic variation and variability: empirical evidence from meteorological and other sources. World Climate Conf., WMO No. 537, pp 582-691, 1979

⁴ KATES, R. W.: Lessons from recent events. Uott, pp. 682-691., CZELNAI R.: Climate and society: Great Plain of the Danube Basin. Proc. Workshop, IIASA, Laxenburg, 1980

⁵ MUNN, R. E. – MACHTA, L.: Human activities that affect climate. World Climate Conf., WMO No. 537, pp 170-209, 1979; KELLOGG, W. W.: Effects of human activities on global climate. WMO Techn. Note, No. 156, 1975

⁶ FLOHN, H.: Climate and energy. Climate change 1., pp. 5-20., 1977

- kiterjed az éghajlati rendszer minden fontosabb összetevő elemére (szabad légkör, határréteg, óceán aktív felszíne, földfelszín, krioszféra, bioszféra egyes elemei stb.), illetve folyamatra (impulzus-, hő-, víztranszport, sugárzási folyamatok, s ezzel kapcsolatban a felhők szerepe, a légkör egyes összetevőinek, többek között az ózonnak, széndioxidnak, vagy az aeroszoloknak a hatása, illetve a konvektív folyamatok, a szabad légkör kisméretű turbulens folyamatai stb.);
- térbeli kiterjesztés, azaz az éghajlati vizsgálatokban a planetáris skála alkalmazásának szükségessége;
- időbeli komplexitás abban az értelemben, hogy egy-egy időszak viszonylag stabilabb éghajlata is dinamikus egyensúlyi állapotot jelent, tehát számos kisebb igazodási (relaxációs) idővel jellemezhető folyamatot foglal magában.

A jelenlegi szemléleti és módszertani követelmények egyrészt nem állnak szemben a korábbi vizsgálatokkal, hanem továbbfejlesztik, integrálják azokat. Másrészt annak elfogadása, hogy egy összetett objektumot végül is csak a fent leírt követelmények figyelembevételével lehet reálisan megközelíteni, nem azt jelenti, hogy kizárt bizonyos egyszerűsítések alkalmazása.

Az éghajlati rendszer összetettsége miatt a numerikus modellezésnek lényegében nincs alternatívája, hiszen ez az egyetlen lehetőség, hogy az összefüggéseket, kölcsönhatásokat folyamatukban (s ezáltal egyáltalán) feltárhassuk. A számításba vehető modellek hierarchiája a legelemibb egydimenziós energia-egyensúly modellektől a háromdimenziós, sokoldalúan paraméterezett cirkulációs modellekig terjed.⁷

Az éghajlatmodellezés elsődleges célja természetesen a valóság közelítése és előrejelzések készítése. Az ilyen „elsőfajú”, ismert múltbeli vagy jelenlegi időszakra vonatkozó éghajlati prognózisok elkészítése révén az elméletileg megszerkesztett és numerikusan realizált modell alapjaiban ellenőrizhető.

A modellek segítségével elemezhető az éghajlati rendszer „érzékenysége” is. Az ilyen „másodfajú” prognózisok⁸ keretében azt vizsgálják, hogy milyenek lennének a következményei a peremfeltételek vagy a külső „kényszerfeltételek” (a légköri CO₂-mennyiség, a napállandó, az antropogén hőszennyezés növekvő, vagy a jégtakaróval borított területek csökkenő irányú) változásának. [..]

Végül a modellek segítségével kereshető a válasz az éghajlatkutatás egyik alapvető kérdésére is: melyek az előrejelezhetőség elvi határai. E kérdés iránti érdeklődés különösen azóta nőtt meg, amióta a meteorológiai kutatások, szolgáltatások eszköztára igen költséges elemekkel – műholdakkal, nagyszámítógépekkel, radarral – gyarapodott. [..]

⁷ SCHNEIDER, H. S.: Climate change and the world predicament. Climate change 1., pp. 21-43., 1977

⁸ LORENZ, E. N.: Climatic predictability. GARP P. S. No. 16, WMO, pp. 132-136., 1975

Nemzetközi együttműködés és a hazai lehetőségek

1974-ben az Egyesült Nemzetek Szervezetének rendkívüli ülése azzal a kéréssel fordult a Meteorológiai Világszervezethez, hogy vállalkozzon az éghajlati kutatások hatékony nemzetközi összefogására. A megválaszolandó főbb kérdések az éghajlat változásaira, azok természetes és antropogén okaira, társadalmi következményeire, illetve az éghajlat céltudatos módosításának lehetőségeire vonatkoztak. [..] Az 1979-es Éghajlati Világkonferencia összegezte azokat a teendőket, amelyek alapján a Meteorológiai Világszervezet VIII. kongresszusa 29. sz. határozatában formálisan megnyitotta az utat az Éghajlati Világprogram tervezése előtt. A program irányítója mindenekelőtt a Meteorológiai Világszervezet; a kutatási programot a Tudományos Uniók Nemzetközi Tanácsával együttesen szervezi; az éghajlati és az éghajlatra gyakorolt hatások vizsgálatait pedig az ENSZ Környezetvédelmi Programja koordinálja. [..]

Ebben a szellemben foglalkozott e kérdéskörrel a Magyar Tudományos Akadémia Meteorológiai Tudományos Bizottsága is 1981. februári ülésén. A bizottság tagjai tisztázták az alapelveket, meghatározták a főbb célkitűzéseket és megalakították az Éghajlati Világprogram Albizottságot⁹. E testület előtt áll a feladat, hogy részletesebben áttekintse a hazai klímakutatás eddigi eredményeit, alaposan felmérje a témakör lehetőségeit, és pontosabban megfogalmazza a jövő célkitűzéseit.

*

Az éghajlatkutatás napjainkban új korszakába lépett. A felvetett problémák, de mindenekelőtt az éghajlatingadozások vizsgálata és előrejelzése, továbbá azok társadalmi következményeinek a feltárása sokrétű elemző munkát igényel. [..] „Az emberiség hosszú időre szóló fennmaradása a társadalom és a természet harmóniájának megteremtésétől függ. Az éghajlat csak az egyik jellemzője a természeti környezetünknek, amelyet bölcsen kell hasznosítanunk .. A világ nemzeteinek együtt kell munkálkodniuk azon, hogy megőrizték a talajok termőképességét, elkerüljék vízforrásaik, erdőik, földterületeik károsodását, hogy megállítsák a föld elsivatagosodását, és csökkentsék a légkör és az óceánok szennyezését. A nemzetek ezen tettei nagy elszántságot és megfelelő anyagi forrásokat igényelnek, értelmet pedig csak akkor nyerhetnek, ha a világ békében él.”¹⁰ [..]

⁹ E testület titkára a jelen cikk szerzője lett.

¹⁰ Declaration of the World Climate Conference.